...e costruisci il tuo LABORATORIO DIGITALE

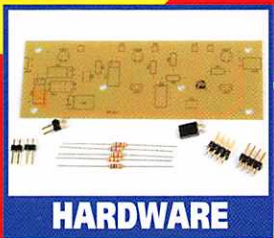
6,90 €

57

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41057

Peruzzo & C.

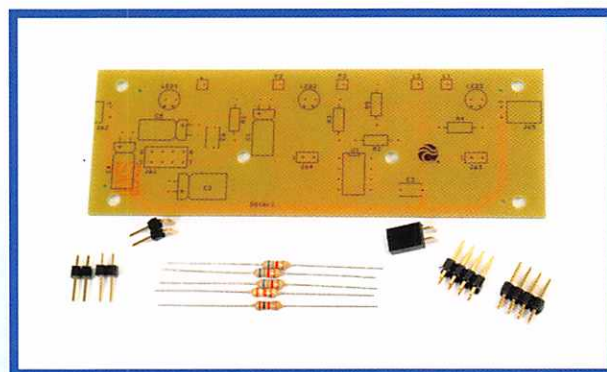
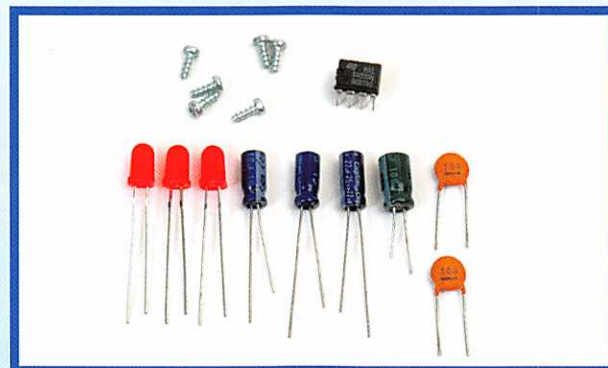
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Scheda DG16r1
1 Connettore femmina da c.s. a 2 vie a 90°
1 Connettore maschio da c.s. a 2 vie a 90°
2 Connettori maschio da c.s. a 2 vie diritti
2 Connettori maschio da c.s. a 2 file e 4 vie diritti
3 Resistenze 6K8 5% 1/4 W
1 Resistenza 39 K 5% 1/4 W
1 Resistenza 1 K 5% 1/4 W

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Circuito integrato 555
3 Diodi LED rossi
2 Condensatori 100 nF ceramici
1 Condensatore 1 µF elettrolitico
1 Condensatore 10 µF elettrolitico
1 Condensatore 100 µF elettrolitico
1 Condensatore 22 µF elettrolitico
6 Viti

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: elettronicadigitale@microrobots.it

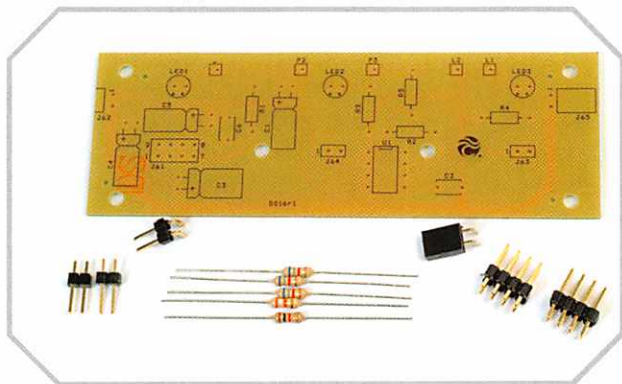
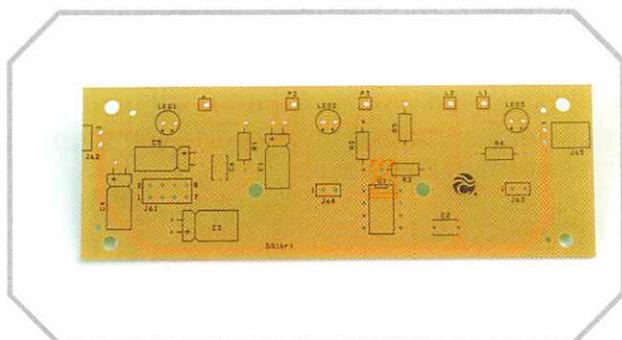
Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

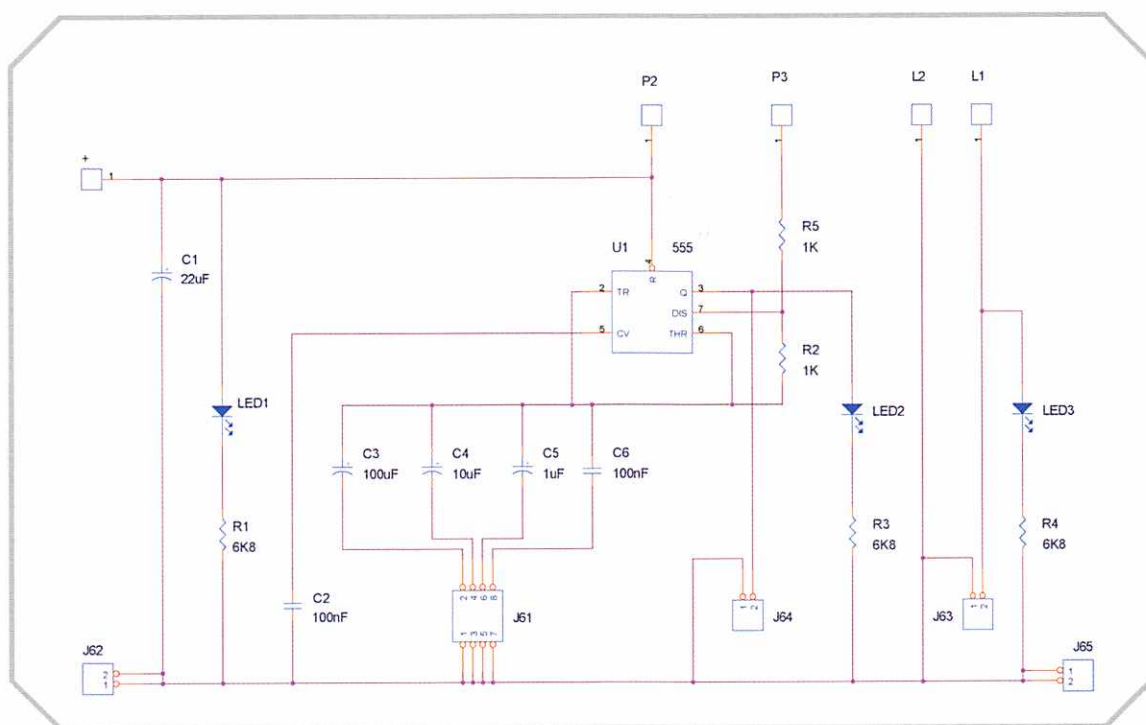
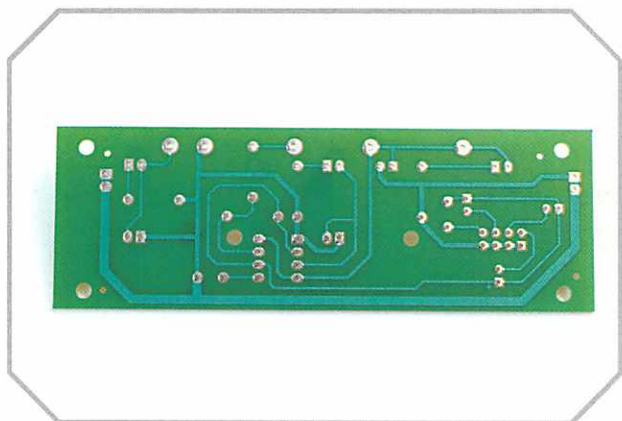
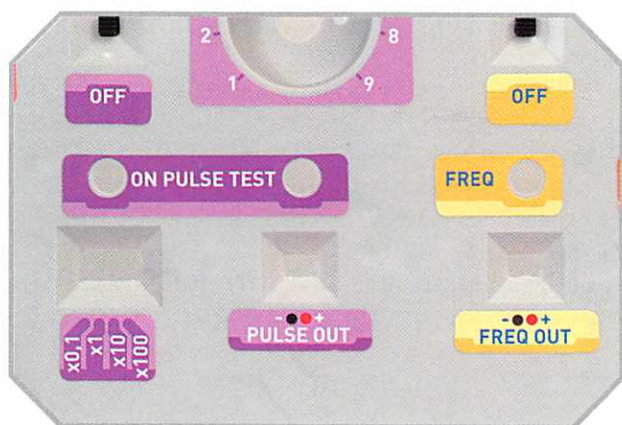
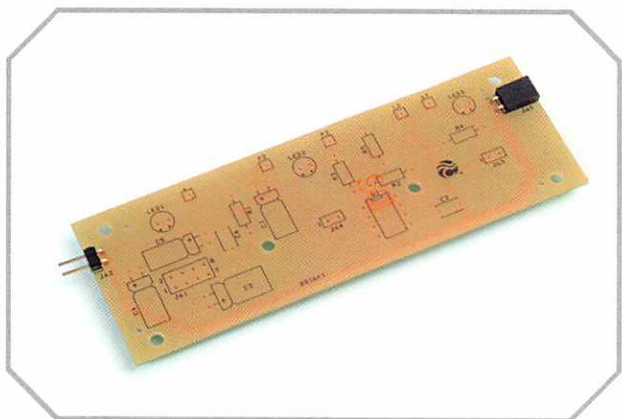
Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Il generatore di impulsi

Con questo fascicolo vengono forniti il circuito stampato e alcuni componenti per iniziare il montaggio del generatore di impulsi.

Componenti allegati a questo fascicolo.

Scheda DG16, lato componenti.

Il generatore di impulsi permette di ottenere un segnale di uscita periodico comandato da un segnale esterno. In questo modo potremo realizzare molti esperimenti senza ogni volta dover montare il generatore di impulsi, dato che rimarrà installato permanentemente sul laboratorio.

La frequenza di questo generatore, che ha quattro bande di frequenza, può passare da 0,15 Hz fino a quasi 5 kHz. È stato progettato per lavorare in bassa frequenza, tenendo conto che a 0,15 Hz corrisponde un periodo di circa 6 secondi.

La frequenza all'interno di ogni banda si regola tramite un potenziometro, in questo

Schema elettrico interno della scheda DG16.

Scheda DG16, lato saldature.

In questa zona verrà montata la scheda.

Connettori di collegamento del negativo, J62 e J65, installati.

modo nella banda più alta potremo selezionare qualsiasi frequenza compresa fra 150 Hz e quasi 5 kHz, e nelle bande inferiori, ognuna delle quali divide la banda di frequenza per 10, le più basse potranno essere regolate fra 0,15 Hz e circa 4,9 Hz. Il cambio di banda si esegue con un ponticello a cui si può accedere tramite il pannello frontale del laboratorio.

Posizionamento

Questo circuito stampato, una volta completato, verrà installato sotto la zona che nel pannello superiore comprende le etichette siglate come ON PULSE TEST dalle quali fuoriescono due LED, l'etichetta FREQ dalla quale fuoriesce un LED, e dalle etichette FREQ OUT che corrisponde all'uscita della frequenza fissa, PULSE OUT che corrisponde all'uscita del segnale di impulso e all'etichetta che segnala il selettore della banda.

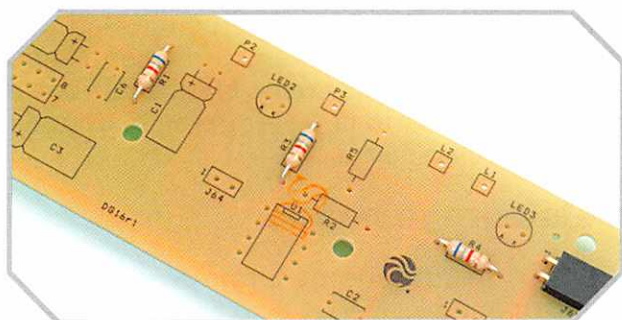
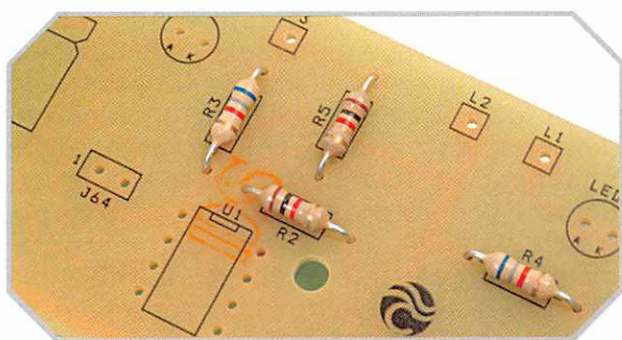
Montaggio

In seguito vi spiegheremo in modo dettagliato il montaggio sulla scheda dei componenti forniti. Anche se l'ordine del montaggio è indifferente conviene iniziare dai componenti di minor altezza.

Collegamenti del negativo

Questa scheda riceve il negativo dell'alimentazione tramite la scheda DG18, attraverso il connettore che ha come riferimento J62, e porta questo collegamento alla scheda DG15 tramite il connettore J65. Questi connettori devono essere montati in modo da rimanere paralleli alla superficie della scheda. J62 è del tipo a 90° a due vie maschio, mentre J65 è anch'esso a 90° a due vie, ma femmina.

Resistenze da 6K8

Questa scheda utilizza tre resistenze da 6K8 (azzurro, grigio, rosso) per la polarizzazione dei LED. Alcuni lettori potranno essere sorpresi vedendo un valore così elevato di resistenze, però lasciano passare un valore di corrente comunque sufficiente per illuminare i LED, anche perché i LED forniti sono ad alta efficienza. Questo sarebbe stato impossibile con i vecchi LED che avevano lo stesso aspet-

Resistenze da 6K8.

Resistenze da 1 K.

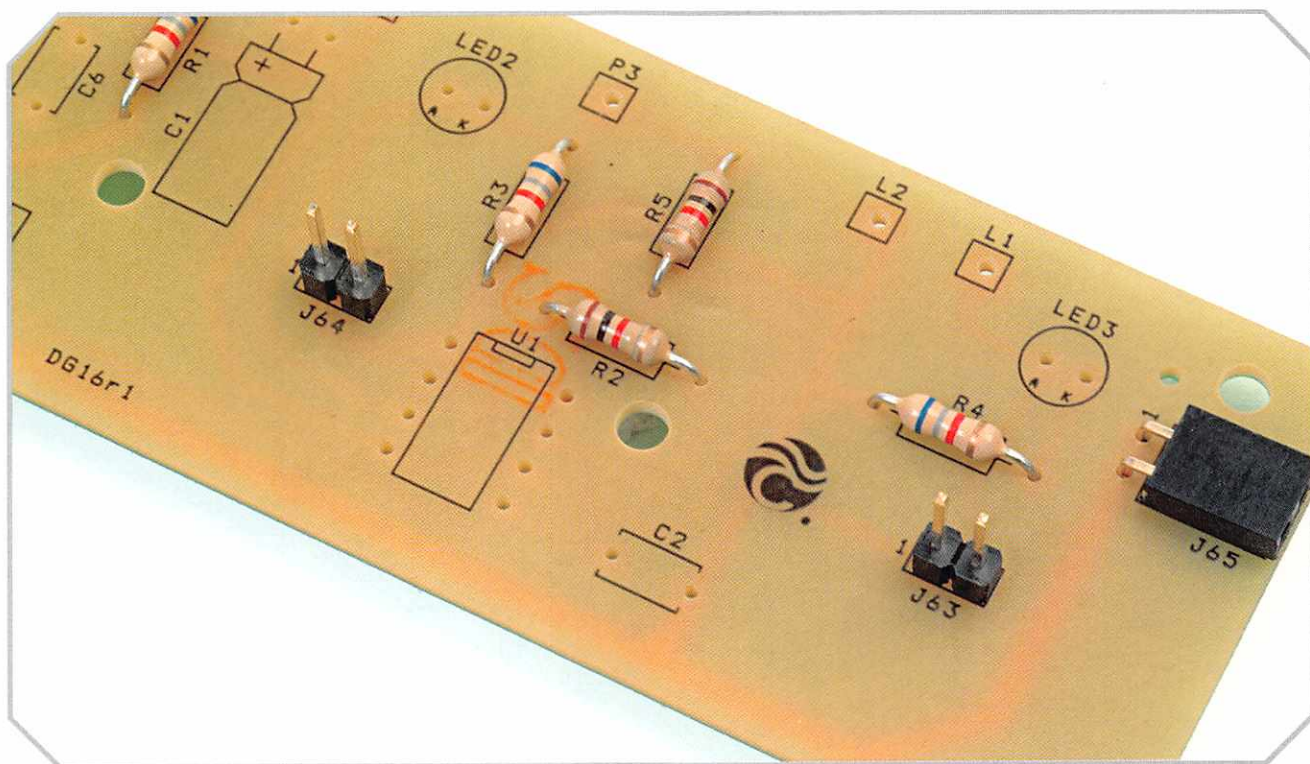
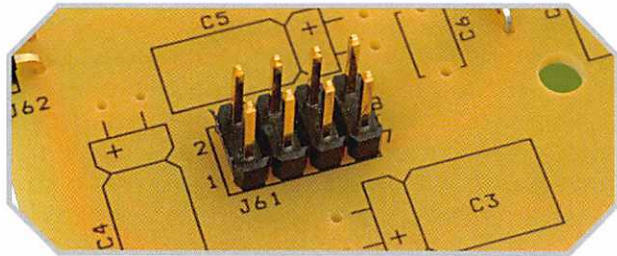
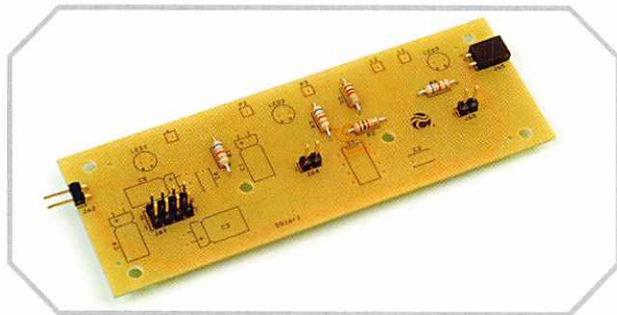
to ma necessitavano di 5 mA, come minimo, per potersi illuminare in modo apprezzabile. In questo modo inoltre si risparmia energia, particolare piuttosto importante quando si alimenta il circuito con le batterie. Ricordiamo che dobbiamo saldare i terminali e successivamente tagliare la parte in eccesso dei reofori.

Resistenze da 1 K

Le altre due resistenze della scheda sono da 1 K (marrone, nero, rosso) e corrispondono ai riferimenti R2 e R5. Queste fanno parte dei componenti che determinano la frequenza dell'astabile, come vedremo nel prossimo numero.

Connettori di uscita

I connettori di uscita del segnale hanno come riferimenti sulla scheda J64 e J63 e corrispondono rispettivamente alle etichette del pannello PULSE OUT e FREQ OUT.

Questi connettori sono del tipo maschio diritto a due vie ed è molto importante che ri-

Connettori J63 e J64 installati.

Connettore J61 per la selezione della banda.

La scheda deve rimanere in questo modo.

mangano perfettamente perpendicolari alla scheda. All'inizio salderemo solamente uno dei terminali, verificheremo la sua posizione e se fosse necessario la correggeremo, dopodiché salderemo l'altra.

Selettore di banda

Questo circuito può generare frequenze su quattro bande diverse. Per cambiare la banda si utilizza un connettore a due file da quattro vie. La fila inferiore è collegata tutta al negativo, mentre ogni terminale della fila superiore va a un condensatore indipendente che corrisponde a una sola delle bande. È necessario inserire solamente un ponticello in senso verticale per collegare uno dei condensatori, dato che la frequenza ottenuta in ogni banda è 10 volte superiore alla precedente. Il connettore J61 si utilizza allo scopo, e deve rimanere una volta saldato perfettamente verticale. Il secondo connettore a due file da quattro vie lo dovremo conservare fino al suo utilizzo.

Vista generale del laboratorio.

Avviso acustico temporizzato

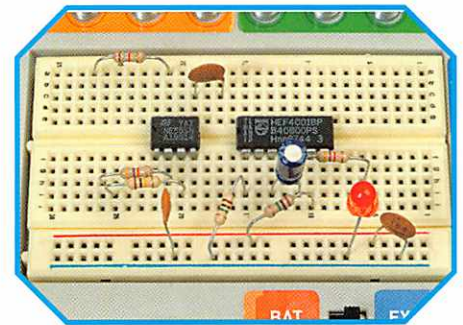
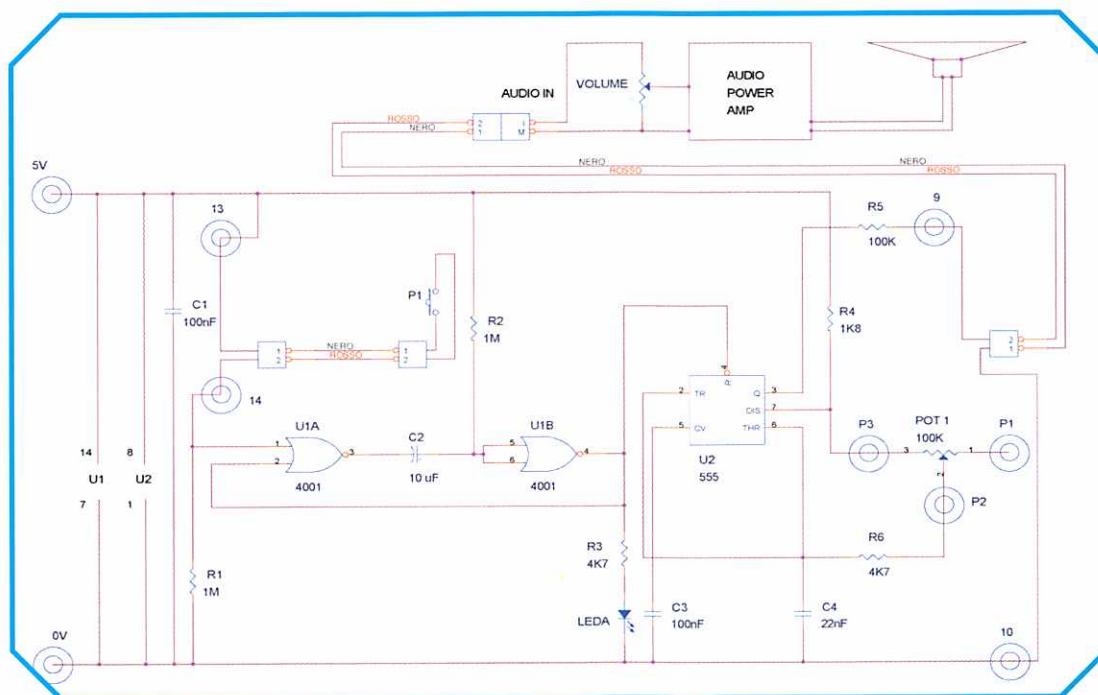
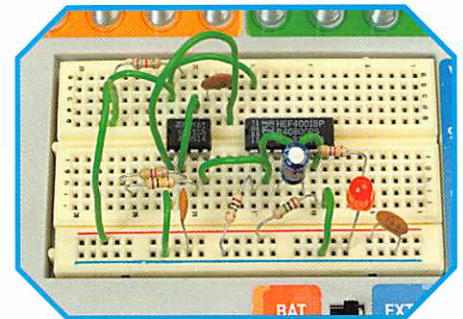
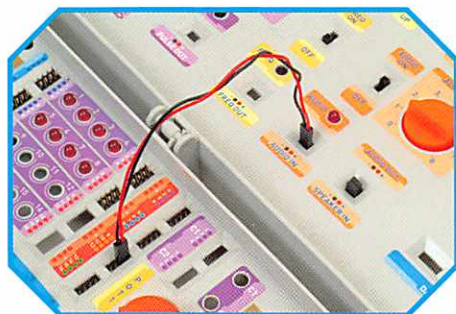
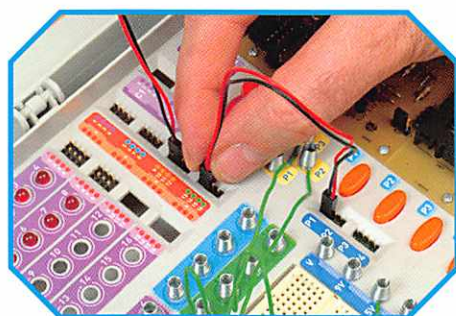
La funzione di questo circuito è emettere un segnale acustico per un periodo di tempo predeterminato.

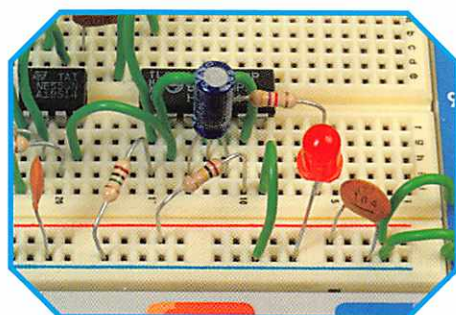
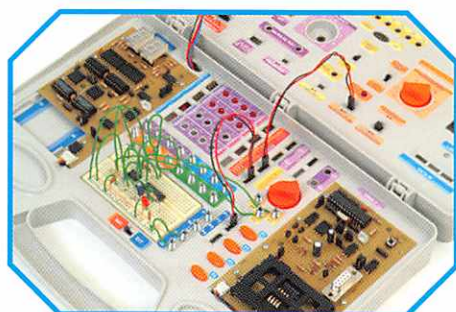
Il circuito

Questo circuito si divide in tre parti: un monostabile formato da due porte NOR, un oscillatore audio basato su un 555 e un amplificatore audio.

Il circuito monostabile si attiva tramite il pulsante P1, che quando è premuto porta un livello basso all'ingresso, terminale 1 della porta U1A. La durata della temporizzazione dipende dai valori della resistenza R2 e del condensatore C2, il tempo aumenta quando aumenta il valore di almeno uno di questi componenti. L'uscita del monostabile si applica all'ingresso di controllo del 555, terminale 4; quando questo pin è a livello basso il 555 non oscilla, il diodo LED si illumina quando l'uscita del monostabile è a livello alto.

L'oscillatore audio è formato da un 555 configurato come astabile, la cui frequenza si può variare muovendo il cursore del potenziometro POT1. L'uscita di questo oscillatore è portata all'ingresso dell'amplificatore audio

Componenti sulla scheda Bread Board.

Cablaggio interno della scheda.

Schema del circuito.

Collegamento fra il generatore e l'amplificatore.

Collegamento del pulsante P1.

Controllo del volume.

Portando il valore di R2 a 100 K riduciamo il tempo.

Esperimento completato.

per essere amplificata e poter essere ascoltata tramite l'altoparlante del laboratorio.

Montaggio

Il montaggio dei componenti inizia dall'inserzione dei due circuiti integrati sulla scheda Bread Board, e continua con i rimanenti componenti, rispettando la polarità del LED. Successivamente si montano i fili di collegamento compresa l'alimentazione dei circuiti integrati. Il collegamento all'ingresso di AUDIO IN si esegue collegando un cavetto a due fili fra questo ingresso e i connettori 9 e 10, che corrispondono alle molle che portano lo stesso nome; dobbiamo fare attenzione ai colori dei fili e collegarli come mostrato nelle fotografie. È necessario verificare la presenza dei due ponticelli in senso orizzontale su AUDIO OUT, dato che questo è il modo di collegare l'altoparlante all'uscita dell'amplificatore. L'alimentazione deve essere da 5 V, però prima di collegare questo filo è necessario verificare tutto il lavoro svolto.

L'esperimento

Dopo aver eseguito questo montaggio, e prima di collegare l'alimentazione, impostiamo la manopola del volume molto vicina al minimo, e il potenziometro POT1 all'incirca a metà della sua corsa. Dopo aver collegato l'alimentazione al circuito, dobbiamo collegare l'amplificatore agendo su AUDIO ON. Premendo P1 si deve poter udire un suono sull'altoparlante il cui volume si può regolare con il potenziometro del volume e la sua frequenza con POT1. Il suono cesserà dopo un certo tempo.

Varianti

Vi consigliamo di cambiare la resistenza R2 da 1 M con una da 100 K; in questo modo la temporizzazione sarà inferiore.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4001
U2	Circuito integrato 555
R1, R2	Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
R3, R6	Resistenza 4K7 (giallo, viola, rosso)
R4	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
R5	Resistenza 100 K (marrone, nero, giallo)
C1, C3	Condensatore 100 nF
C2	Condensatore 10 µF elettrolitico
C4	Condensatore 22 nF

Allarme acustico con memoria

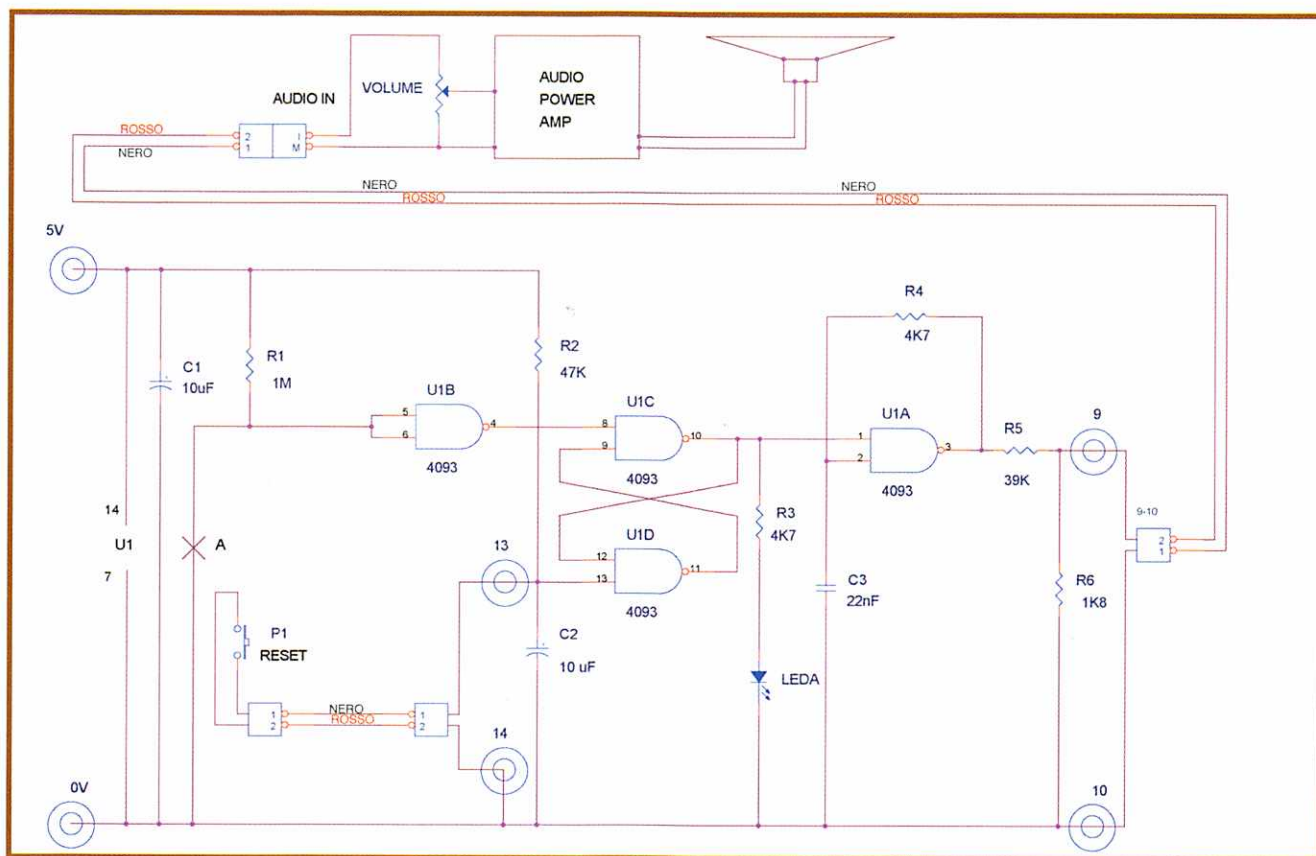
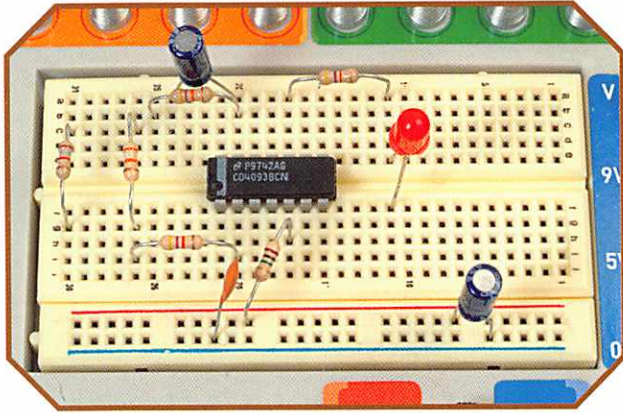
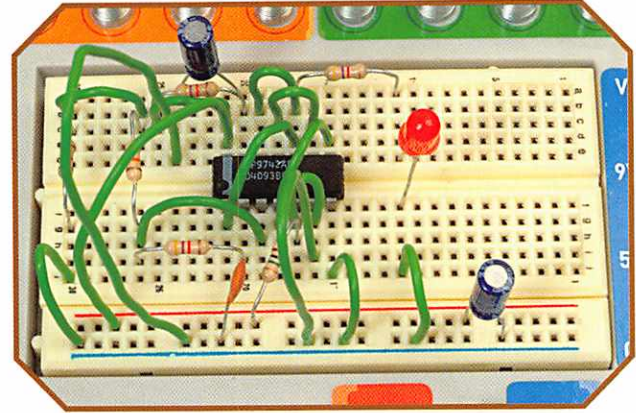
Questo esperimento consiste in un circuito che si attiva quando si apre un circuito elettrico, segnalando in modo visivo e acustico, e mantenendo bloccati entrambi i segnali, anche se il circuito torna a chiudersi, l'allarme si disattiva con un pulsante, dopo aver stabilito il collegamento precedentemente aperto.

Il circuito

Questo tipo di circuito si può utilizzare per indicare stati di allarme, ad esempio per rilevare l'apertura di una porta o l'apertura di un filo.

Il circuito è piuttosto semplice, inoltre parte di esso ci è già nota.

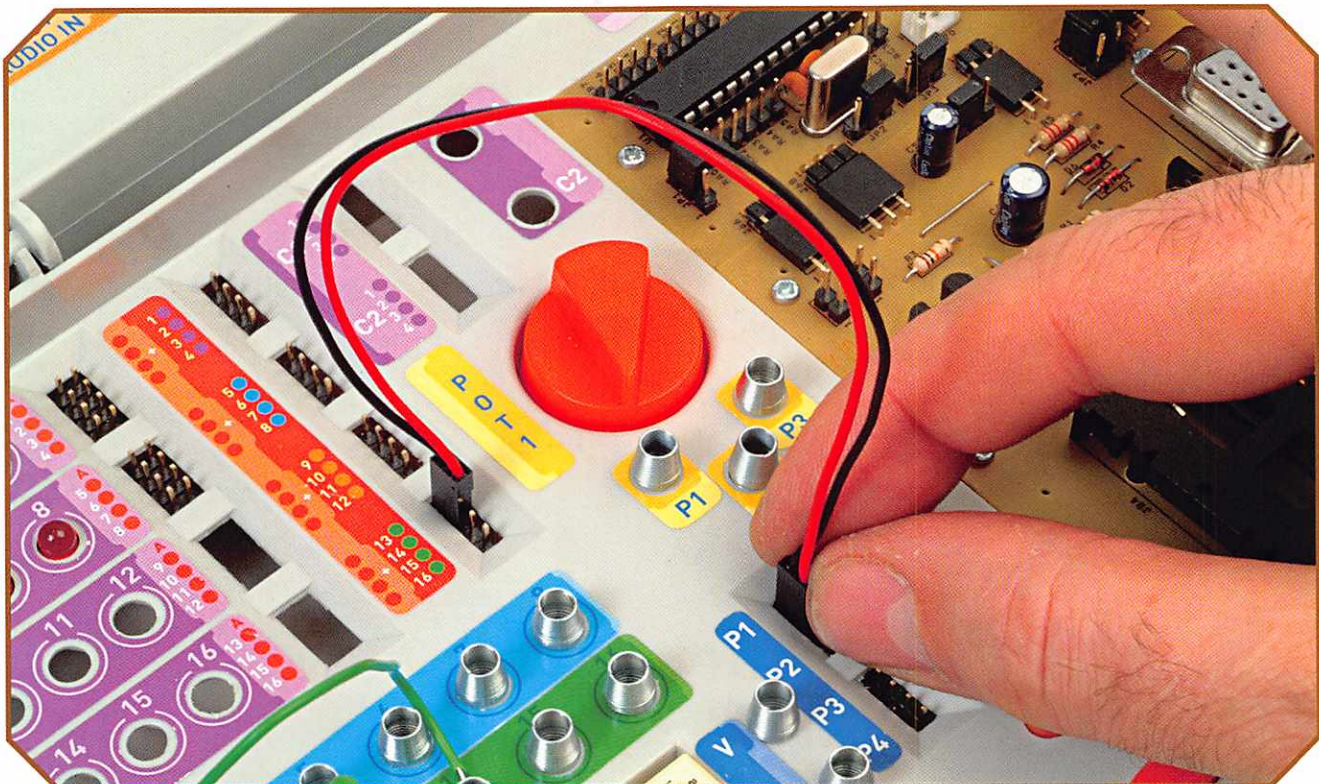
L'elemento che memorizza la rottura del filo è un bistabile RS, formato dalle porte U1C e U1D del circuito integrato 4093; ricordiamo che gli ingressi di questo circuito bistabile sono attivi a livello basso. L'ingresso di SET è il terminale 8 del 4093 e l'ingresso di RESET è il terminale 13 dello stesso integrato.

La porta U1B si utilizza per rilevare lo stato dell'ingresso ed è configurata come invertente, avendo i suoi due ingressi collegati insieme. Nella posizione di riposo l'ingresso di questa porta invertente è 0, dato che è collegata al negativo dell'alimentazione mediante un filo. Quando questo filo si scollega, o si taglia,

Schema elettrico del circuito di allarme acustico con memoria.

Componenti sulla scheda Bread Board.

Cablaggio interno della scheda.

la resistenza R1 forza un livello alto sull'ingresso della porta e la sua uscita passa a livello basso, il terminale 10 a livello alto, illuminando il LED A.

Il terminale 10 è anche collegato all'ingresso della porta U1A che a sua volta è collegata in modo tale da funzionare come un oscillatore astabile, fornendo sull'uscita un segnale la cui frequenza fondamentale rientra all'interno della banda udibile. Quando il terminale 1 del 4093 è a livello basso, non si genera segnale audio. La frequenza di questo oscillatore dipende dai valori della resistenza R4 e dal condensatore C3.

L'uscita di questo oscillatore si attenua tramite il partitore resistivo formato dalle resistenze R5 e R6, prima di essere applicata all'ingresso dell'amplificatore audio.

Aprendo il circuito nella zona indicata nello schema con una croce e la lettera A, questo si

Collegamenti del pulsante P1.

Collegamenti all'ingresso dell'amplificatore.

Prima di collegare l'alimentazione è necessario verificare i collegamenti.

attiva. Per disattivarlo non è sufficiente collegare nuovamente l'ingresso al negativo, ma è necessario premere anche il pulsante P1, per cancellare lo stato di allarme memorizzato.

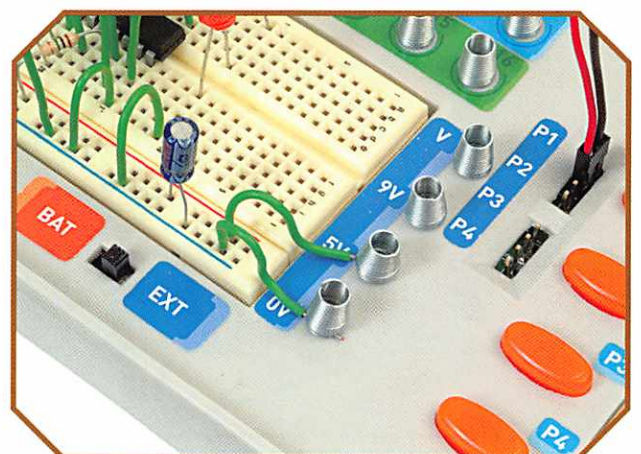
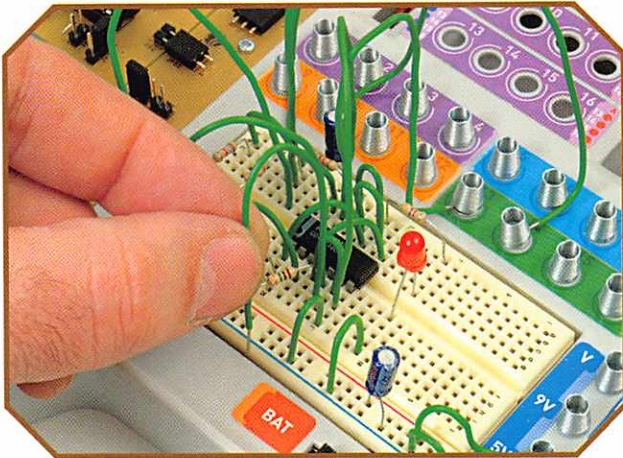
Montaggio

Il montaggio dei componenti sulla scheda Bread Board si esegue come d'abitudine, tenendo presente l'orientamento dei circuiti integrati, quello dei condensatori elettrolitici C1 e C3 e quello del LED. Il pulsante si collega con un cavetto terminato con due connettori a due vie, da un lato lo inseriremo sul connettore siglato come P1 e dall'altro sul connettore corrispondente alle molle 13 e 14; in questo caso non è importante l'ordine della connessione, dato che il pulsante non ha polarità. Il cavetto che porta il segnale audio si collega al connettore AUDIO IN con lo stesso ordine che hanno i colori in fotografia, mentre l'altro capo del cavetto si collega ai terminali 9 e 10; il filo nero a quest'ultimo come possiamo osservare nella fotografia.

Questo circuito si alimenta a 5 V.

Funzionamento

Dopo aver verificato tutto il montaggio, si posiziona la manopola del potenziometro del volume vicino al minimo, si collega l'alimentazione alle molle da 5 V e si preme il pulsante AUDIO ON per alimentare l'amplificatore audio. Il circuito deve rimanere in silenzio e il LED spento. Aprendo il circuito (per questo esperimento è sufficiente aprire il collega-

Comando del volume al minimo per iniziare la prova.

Collegamenti dell'alimentazione a 5 V.

Estrazione del collegamento per simulare l'apertura del circuito.

Il pulsante P1 si utilizza come RESET.

mento fra i terminali 5/6 del circuito integrato e il negativo dell'alimentazione) si illumina il LED e si inizia a udire un suono sull'altoparlante il cui volume si può regolare; anche se si ristabilisce il collegamento, il circuito rimane attivo. Dopo aver collegato nuovamente l'ingresso del circuito al negativo dell'alimentazione, è necessario anche premere P1 per cancellare lo stato dell'allarme.

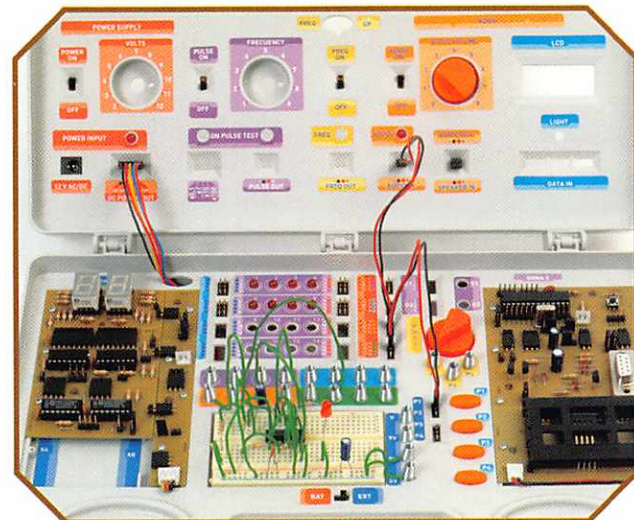
Modifiche

La frequenza di oscillazione del circuito audio si può modificare cambiando i valori della resistenza R4, ma è necessario evitare di uscire dalla banda audio.

Il condensatore C2 e la resistenza R2 hanno il compito di applicare un reset iniziale al circuito, impedendo che si attivi collegando l'alimentazione.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4093
R1	Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
R2	Resistenza 47 K (giallo, viola, arancio)
R3,R4	Resistenza 4K7 (giallo, viola, rosso)
R5	Resistenza 39 K (arancio, bianco, arancio)
R6	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
C1,C2	Condensatore 10 µF elettrolitico
C3	Condensatore 22 nF
LEDA	Diodo LED rosso 5 mm

Cambiando R4 cambia la frequenza audio.

Esperimento completato.

La scheda Smart Card e il bootloader

Abbiamo visto la scheda Smart Card ma non sappiamo ancora come utilizzarla sul nostro laboratorio.
Tramite la scheda Smart Card caricheremo i nuovi programmi sul PIC, sempre che su di esso si trovi registrato il programma residente Bootloader e se il laboratorio è stato configurato correttamente.

Scrittura della Smart Card

Per scrivere la scheda Smart Card utilizzeremo il software IC-Prog, lo stesso che abbiamo usato per scrivere il PIC. Il processo di scrittura è praticamente lo stesso con alcune differenze che ora vi spiegheremo.

Configurazione hardware del laboratorio

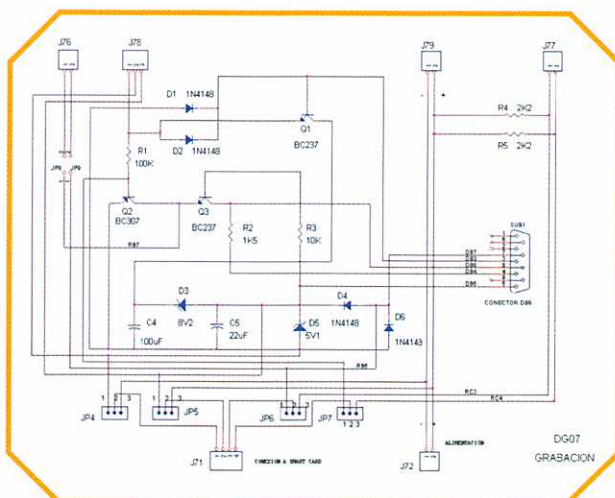
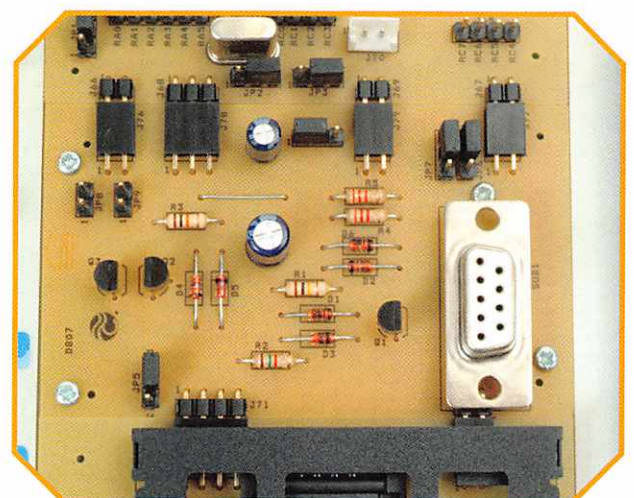
La scheda di comunicazione DG07 ha alcuni connettori specifici per il lavoro con la Smart Card: JP4, JP5, JP6 e JP7.

I primi due selezionano l'alimentazione con cui lavorerà la scheda, JP4 per il negativo e JP5 per il positivo. Quando questi due connettori hanno i ponticelli sulle posizioni 1 e 2, l'alimentazione che riceve la scheda è quella che arriva dalla porta seriale del computer (processo di trasferimento con PC), tuttavia se il ponticello unisce i terminali 2 e 3 di ogni connettore, l'alimentazione ricevuta è quella del laboratorio (quando vogliamo caricare un programma sul PIC tramite la scheda).

Gli altri due connettori JP6 e JP7, agiscono sulle linee di comunicazione con la scheda. Quindi se i ponticelli sono sulle posizioni 1 e 2 potremo trasferire alla scheda i dati che arrivano dalla porta seriale del PC, cioè registriamo la scheda. Se i ponticelli sono sulle posizioni 2 e 3 la scheda comunicherà con il PIC tramite i terminali RC3 e RC4, trasferendo i dati in essa contenuti.

Per precauzione dobbiamo togliere, nel caso fossero inseriti, i ponticelli dei connettori JP8 e JP9, dato che questi si utilizzano solamente per scrivere il PIC. La configurazione dei ponticelli della scheda DG06 sarà quella del lavoro normale.

Configurazione di IC-Prog e scrittura

Con il laboratorio configurato correttamente per la scrittura della Smart Card collegheremo

Circuito elettrico della scheda DG07.

Configuriamo la scheda DG07 per lavorare con la Smart Card.

Connettori	Ponticelli per la scrittura della scheda	Ponticelli per scrivere il PIC con la scheda
JP4	Entre 1 y 2	Entre 2 y 3
JP5	Entre 1 y 2	Entre 2 y 3
JP6	Entre 1 y 2	Entre 2 y 3
JP7	Entre 1 y 2	Entre 2 y 3
I ponticelli dei connettori JP8 e JP9 devono essere inseriti.		

Configurazione dei ponticelli della scheda DG07.

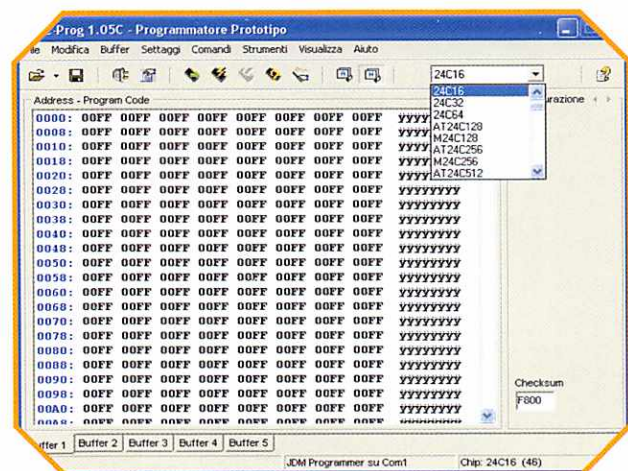
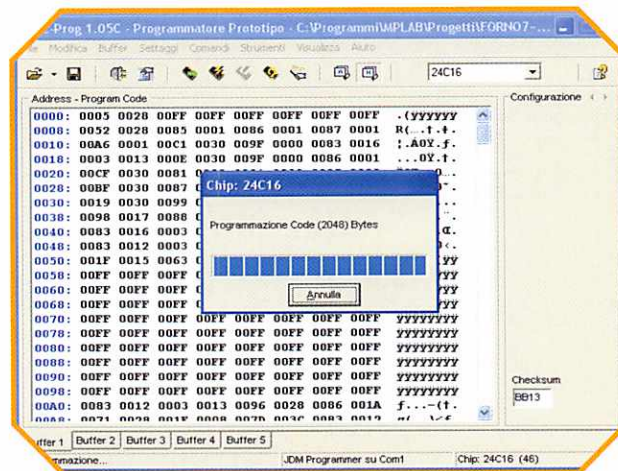
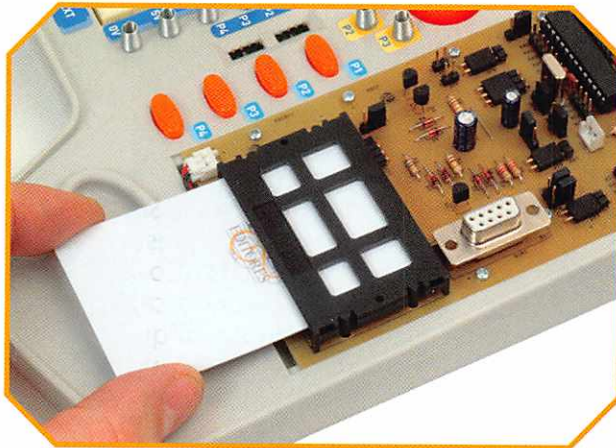
il cavo di comunicazione fra questi e il PC, e inseriremo la scheda sul suo zoccolo con i connettori verso il basso. Apriremo IC-Prog e selezioneremo il tipo di dispositivo che vogliamo programmare. La memoria EEPROM interna che possiede la scheda e del modello 24C16, quindi sul menù a tendina nella parte superiore a destra del monitor selezioneremo questo dispositivo. Fatto questo selezioneremo il file che vogliamo trasferire sulla scheda. Come per il PIC i file che devono essere scritti sulla scheda, sono file in codice macchina, cioè con estensione ".hex". Dopo aver aperto il file lo possiamo scrivere direttamente sulla scheda, dato che questa non richiede una cancellazione preventiva, anche se è consigliabile eseguire una verifica successiva all'operazione per vedere se è stata eseguita correttamente.

A titolo di esempio carichiamo il programma "forno 75-125.hex" e selezioniamo l'opzione Programma Tutto. Come succedeva quando scrivevamo il PIC, una finestra ci indica lo stato del processo. La scheda si programma correttamente quindi verificheremo il suo contenuto mediante l'opzione Leggi Tutto.

Caricare un programma della Smart Card sul PIC

Per caricare un programma della Smart Card sul PIC è fondamentale che su quest'ultimo si trovi il programma residente Bootloader. Questo programma stabilirà la comunicazione con la scheda, copierà il contenuto di questa sulla memoria del PIC e lo eseguirà. Quando vogliamo caricare sul PIC un nuovo codice, utilizzando la Smart Card, dobbiamo verificare che il laboratorio sia correttamente configurato: sulla scheda DG06 i ponticelli devono essere inseriti in modo lavoro e non in modo scrittura, e sulla scheda DG07 i ponticelli avranno la configurazione che possiamo vedere nella tabella. In questo modo, quando inseriamo la scheda sullo zoccolo, il PIC rimarrà automaticamente programmato con il nostro codice. Questa operazione richiede un certo tempo, quindi prima di togliere la scheda aspetteremo almeno cinque secondi per assicurarci che il processo sia stato completato.

Modifiche dei programmi che girano con Bootloader

Se abbiamo un programma che sta girando sul PIC e ne vogliamo caricare uno nuovo compatibile con quello residente, quest'ultimo dovrà avere la memoria organizzata in modo che quando funzionano entrambi e

Selezione del dispositivo da programmare.

Scrittura del programma sulla scheda.

Processo di caricamento di un nuovo codice sul PIC.

contemporaneamente non interferiscano fra di loro. Mediante le direttive ORG si organizzano le porzioni di memoria che occupa un programma. I programmi con cui abbiamo lavorato fino a ora occupano l'indirizzo 0 con un' istruzione di salto all'indirizzo 5, a partire dal quale trova posto il programma. Questi indirizzi ora sono occupati dal Bootloader, i nuovi programmi che caricheremo, quindi, non potranno occupare la memoria che è già

Senza il Bootloader	***Con il Bootloader***
ORG 0	°ORG 0xB0
goto Inizio	
ORG 5	Inizio: ...
Inizio: ...	

Riorganizzazione della memoria per i programmi che devono girare con Bootloader.

utilizzata da questo programma residente. I programmi che scriveremo sulla Smart Card avranno un codice che partirà dall'indirizzo 0xB0.

Nel primo CD fornito con l'opera, gli esercizi in esso contenuti, avevano la configurazione che vi abbiamo spiegato. Se vogliamo lavorare in questo modo con qualsiasi altro programma lo dovremo adattare.

Il Bootloader

I microcontroller PIC hanno nel loro repertorio istruzioni capaci di scrivere la memoria di

ese3 - Blocco note

File Modifica Formato Visualizza ?

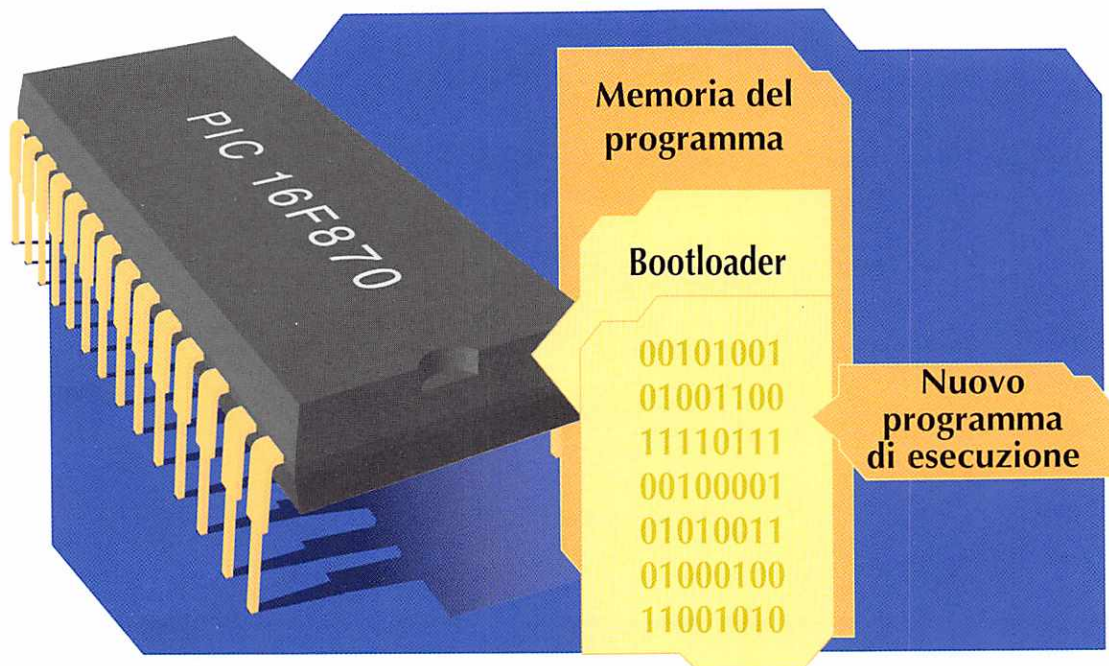
```
;
;Programma somma
;
;Al valore che si inserisce tramite gli interruttori RC0-RC2 dalla porta C, si somma una
;costante (in questo esempio il valore 3). Il risultato si visualizza sui LED RB0-RB7
;collegati alla porta B
;
                List     p=16F870          ;Processore
                include  "P16F870.INC"     ;Definizione dei registri interni

                ORG      0xB0

Inizio          clrf     PORTB             ;Azzera eventuali valori residui
                bsf      STATUS,RP0        ;Seleziona il banco 1
                clrf     TRISB             ;Porta B si configura come uscita
                movlw    b'00000111'
                movwf    TRISC             ;3 bit della porta C si configurano come ingresso
                bcf      STATUS,RP0        ;Seleziona il banco 0

Loop:           clrwdt                     ;Azzera il WDT
                movf     PORTC,W           ;Carica lo stato degli ingressi RC0-RC2
                addlw    .3                ;Si somma 3
                movwf    PORTB             ;Visualizza il risultato su RB0-RB7
                goto     Loop

                end                        :Fine del programma
```

Diverse applicazioni della scheda Smart Card.

programma all'interno del programma stesso. Questo tipo di istruzioni sono utili nella programmazione per fare in modo che il nostro codice si possa autoriconfigurare, e possa quindi accettare programmi di esecuzione senza dover togliere il microcontroller dal circuito in cui si trova inserito.

Il Bootloader è un programma che permette di caricare un nuovo codice sul PIC senza la necessità di smontare il circuito o togliere il PIC per scriverlo utilizzando un hardware diverso. Vediamo ora il funzionamento di questo programma: dopo il reset del micro, la prima cosa che viene eseguita è il Bootloader, il quale inizializza la porta seriale del micro e se riceve l'ordine adeguato, utilizza le istruzioni prima menzionate per scrivere all'interno della memoria di programma i dati che riceve tramite la porta, a partire da un indirizzo predeterminato della memoria di programma.

Siamo pronti per lavorare con la Smart Card.

Dopo aver scritto sul micro il nostro nuovo codice, ogni volta che si resetterà, entrerà nuovamente nel ciclo di boot, ma nel caso in cui inizializzi la porta seriale e non ottenga risposta, si dirigerà all'indirizzo di memoria a partire dal quale inizia il nostro programma.

Il programma viene scritto nelle posizioni libere della memoria.